



Syddansk Universitet

Effekten af nonkooperation og Kooperation om R&D-indsatsen på emissionsmønstre for et duopol med spillovers

The effect of non-cooperation and cooperation on the R&D effort on emission patterns for a duopoly with spillovers

Huric Larsen, Jesper Fredborg

Publication date:
2000

Document version
Tidlig version også kaldet pre-print

Citation for pulished version (APA):

Huric Larsen, J. F. (2000). Effekten af nonkooperation og Kooperation om R&D-indsatsen på emissionsmønstre for et duopol med spillovers: The effect of non-cooperation and cooperation on the R&D effort on emission patterns for a duopoly with spillovers. (European Studies, Discussion Papers udg.) Økonomisk Institut, Syddansk Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 09. Sep. 2018

**Effekten af non-kooperation og Kooperation om R&D - indsatsen på
emissionsmønstre for et duopol marked med spillovers**

**Jesper Fredborg Larsen
Økonomisk Institut
Syddansk Universitet**

Indledning

I litteraturen opfattes begreberne diffusion og spillover, som to forskellige ting afhængig af, hvilken markedsstruktur der ses på. I f.eks. Milliman og Prince (1989,247) beskrives den miljøregulerende myndigheds kontrolmuligheder i en industri kendetegnet ved en markedsstruktur med fuldkommen konkurrence at afhænge af en given virksomheds villighed til at foretage tre trin; 1) innovativ virksomhed eller "research and development" (R&D) med udbredt anvendelighed mellem industriens virksomheder 2) diffusion, dvs. spredning af innovationen til industriens virksomheder og 3) af virksomhedens optimale svar på den miljøregulerende myndigheds brug af miljøinstrumenter. Diffusion opfattes her, som noget virksomheden selv kan styre. Ligeledes antages det at indenfor industrien udvikles innovationer med det formål, at hele industrien skal have glæde af innovationen.

I Carraro og Siniscalco (1994,550), hvor markedsstrukturen også antages at være fuldkommen konkurrence, beskrives diffusion som virksomhedens valg mellem forskellige eksisterende teknologier/ innovationer.

Arrow (1962) undersøger R&D-processer under fuldkommen konkurrence. R&D foretages af et R&D firma, der tager patent på fundne innovationer for derefter at sælge rettighederne på licens til industriens virksomheder. Et problem med denne fremstilling af den innovative proces og diffusionen af innovationer er, at det i visse tilfælde er rationelt for R&D firmaet at beholde sin innovation for sig selv for derved at bruge innovationen som konkurrenceinstrument, for at opnå adgang til markedet eller for at udkonkurrere industriens virksomheder.

I Dasgupta og Stiglitz' s artikel fra 1980 s.267 , hvor markedsstrukturen antages at være oligopol, beskrives teknologisk udvikling, som en proces der foretages af de enkelte virksomheder og som ikke kan opfattes som en simpel beslutning om størrelsen af R&D indsats, men er meget mere kompleks. I beslutningsprocessen tager virksomhederne bl.a. hensyn til, hvad konkurrenterne foretager sig og hvor lig ens egen og konkurrentens mål er for innovationen.

Spillovereffekter kan ses i denne sammenhæng, som den risiko, der er ved at fremstille en given innovation, for at finde ud af at konkurrenterne har opfundet en lignende innovation. Spillovereffekterne er dermed et udtryk for, hvor effektivt en given innovation kan bruges som konkurrenceinstrument. Dette paper har samme opfattelse af spillovereffekter og teknologisk udvikling.

Med udgangspunkt i D'aspremont og Jacquemins (1988) model om kooperativ og nonkooperativ R&D i et duopol med R&D spillovers, ser dette paper på den R&D aktiviteten der finder sted, som følge af at virksomhederne har internaliseret forureningsomkostninger via en miljøafgift.

Diffusionsbegrebet i dette paper får en anden betydning, s.f.a. at markedsstrukturen er ændret til duopol, end beskrevet ovenfor i Milliman og Prince (1989), Carraro og Siniscalco (1994) og Arrow (1962) derfor er det mere relevant at kalde diffusion for spillover, som hos Dasgupta og Stiglitz.

Opfattelsen af R&D aktivitet her er, at det er et middel til at reducere udledningen af forurening og dermed enhedsomkostningerne ved forurening, mod enhedsomkostningerne ved produktion som i D'aspremont og Jacquemins (1988) model.

Tager man desuden samme hensynstagen til Kooperation og Non-kooperation på de to produktionsprocesniveauer, som i D'aspremont og Jacquemins (1988) model.

Der ses her på to tilfælde; A) Non-kooperation mellem virksomhederne på begge produktionsprocesniveauer, dvs. om både R&D og output og B) Kooperation på det prækompetitive niveau, dvs. Kooperation om R&D men Non-kooperation i output.

Begrundelsen for afgrænsningen til disse to tilfælde er som følger: 1) A) bliver brugt som reference til B) tilfældet og 2) B) skal ses i forbindelse med EU's konkurrenceregler, hvor art. 81 (kartelreglen) stk. 3 giver undtagelser fra forbudet mod aftaler mellem virksomheder i art. 81 stk. 1. Tilladelse kan gives til Kooperation om R&D på det prækompetitive niveau, forudsat at Kooperationen ophæves i markedsføringen eller produktionen af en given innovation, et eksempel på dette er R&D joint ventures.

D'aspremont og Jacquemin (1988) viser i deres artikel, at B) tilfældet vil føre til en større R&D-aktivitet og dermed plads til en stigning i output, stik imod hvad man skulle forvente, idet man skulle tro, at Kooperation om R&D og den deraf reduktion i unødigt duplikation ville føre til en reduktion i R&D-indsats.

Dette papers model finder, at inddragelsen af spillovereffekter, muligheden for at bruge R&D som middel i konkurrencen mellem virksomheder, samt muligheden for Kooperation i R&D på det prækompetitive niveau, stiller nye krav til den miljøregulerende myndigheds viden om, det marked der ønskes reguleret.

Det vises i paperet; at små spillovereffekter gør tilfældet med Non-kooperation om både R&D og output mere fordelagtigt¹ end tilfældet med prækompetitivt samarbejde. Hvis derimod spillovereffekterne er store er Kooperationsløsningen mere fordelagtig.

Paperet finder også, at miljøafgiftens størrelse afhænger ikke kun af den optimale forureningsmængde, men af såvel spillovereffekternes størrelse, som om Kooperation på det prækompetitive

¹

Forudsat at fordelagtighed kan opgøres som en vurdering af størrelsen af industriens samlede forureningsmængde

niveau er tilladt.

1. Præsentation af model

Dette kapitel samt kapitlerne 4, 5 og 7 følger D'Aspremont og Jacquemin (1988) fremstilling meget tæt.

Omkostningsstruktur før internalisering af eksterne effekter ved forurening:

$$\begin{aligned}c_i(q_i) &= A q_i \\ \text{Emission} = e_i &= \alpha q_i\end{aligned}$$

Efter internalisering af de eksterne effekter ved forurening før omkostningsfunktionen følgende form:

$$c_i(q_i, x_i, x_j) = A q_i + t(\alpha - x_i - \beta x_j) q_i + \gamma \frac{x_i^2}{2}$$

; hvor

Udeladt fodtegn indikerer at parameteren eller koefficienten er ens for begge virksomheder.

A : enhedsomkostningerne ved produktion af q

α : udledningsparameter ved produktion af q ; $\alpha > 0$

x_i : spilloverparameter for R&D ; $0 < \beta < 1$

e_i : emission for virksomhed i ; $e_i \geq 0$

$$e_i = (\alpha - x_i - \beta x_j) q_i$$

$$x_i + \beta x_j \leq \alpha$$

t : afgiftsparameter

$\gamma \frac{x_i^2}{2}$: R&D - omkostninger

γ : koefficient

R&D omkostningerne udtrykker aftagende skalaafkast af R&D indsats. Rationalet for dette er, at der findes en grænse for, hvor ikke forurenende en virksomhed kan blive eller hvor meget det

er fysisk muligt at fjerne.

En innovation skal opfattes, som viden eller ny teknologi der reducerer emissionen.

Efterspørgselsstrukturen:

$$p = a - bQ;$$

$$a, b > 0$$

$$Q = q_i + q_j$$

$$Q \leq \frac{a}{b}$$

Det forudsættes at virksomhederne producerer og sælger et symmetrisk produkt og at en innovation opfundet af en virksomhed kan også bruges hos konkurrenten uden ekstraomkostninger.

2. Kriterier og forudsætning for valg af miljøafgift under duopol

I Miljøøkonomi opererer man med tre kriterier for valg af miljøinstrument: 1) Miljøkriterier, dvs. hvilket instrument vil virke mest effektivt, som forureningsbekæmper i den pågældende situation. 2) Økonomiske kriterier, dvs. hvilket instrument vil give den bedste økonomiske effektivitet. 3) Politiske/ administrative kriterier, dvs. kriterier der ser på fordelingsaspekter, moral, retfærdighed o.lign.

Brugen af miljøafgifter i praksis er problematisk, da de kræver meget information for at blive sat korrekt. Derfor forudsættes det i denne opgave, at usikkerheden omkring fastsættelsen gør, at "t" ikke kan opfattes som samfundsoptimalt fastsat. I stedet er t sat for at internaliseret forureningsomkostningerne alene, dvs. ingen samfundsoptimal værdi af t forudsættes for at lade t variere frit. M.a.o. miljøafgiften t er ikke sat lig de marginale sociale omkostninger (MSC) og dermed er de marginale omkostninger (MC) plus de marginale eksterne omkostninger (MEC) ikke lig MSC. Brugen af en miljøafgift forudsætter, at det samfundsoptimale forureningsniveau er mindre end optimum løsningen for duopol.² Ligeledes gælder der, at en miljøafgift i dette tilfælde er et udtryk for et kompromis mellem to modstridende ønsker; 1) ønsket om at påvirke duopolet til

² Hvis MC (Samf. optimalt forureningsniveau) $>$ MR (Samf. optimalt forureningsniveau) vil det være relevant at bruge et subsidie (S) til at opnå det samfundsoptimale forureningsniveau, dvs. så $MSC = MC + S$.

at producere mere, så prisen falder og dermed større consumers surplus og 2) ønsket om at mindske forureningsmængden gennem mindre produktionsmængde.

3. Tilfældet med Non-kooperation om både R&D og output (Tilfælde A)

Givet R&D indsats for i og j kan profitbetingelsen for virksomhed i skrives som ;

$$\pi_i = [a - bQ]q_i - Aq_i - t(\alpha - x_i - \beta x_j)q_i - \gamma \frac{x_i^2}{2} \quad (1)$$

Maks. π_i mht. q_i

FOC:

$$q_i = \frac{(a - A - t\alpha) + t(x_i + \beta x_j) - b q_j}{2b} \quad (2)$$

Analogt fås for virksomhed j ;

$$q_j = \frac{(a - A - t\alpha) + t(x_j + \beta x_i) - b q_i}{2b} \quad (3)$$

Formel (2) og (3) er virksomhedernes reaktionsfunktioner.

Indsættes (3) i (2) fås ;

$$q_i = \frac{(a - A - t\alpha) + t(x_i(2 - \beta) + x_j(2\beta - 1))}{3b} \quad (4)$$

$$\frac{d^2 \pi_i}{dq_i^2} = -\frac{3}{2}b < 0 \quad \text{for maksimum.}$$

Analogt fås for virksomhed j ;

$$q_j = \frac{(a - A - t\alpha) + t(x_i(2 - \beta) + x_j(2\beta - 1))}{3b} \quad (5)$$

Formel (4) og (5) udtrykker Cournot-Nash ligevægten givet R&D indsats.

Indsættes nu (4) i (1) fås, at profitten for virksomhed i kan skrives som ;

$$\pi_i^* = \frac{1}{9b} \left[(a - A - t\alpha) + t(x_i(2 - \beta) + x_j(2\beta - 1)) \right]^2 - \gamma \frac{x_i^2}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$\pi_i^* = \frac{1}{3} q_i^2 - \gamma \frac{x_i^2}{2} \quad (6)$$

Bestemmelse af optimal R&D indsats ;

Maks. π_i^* mht. x_i

FOC:

$$\frac{d\pi_i^*}{dx_i} = \frac{2}{9b} \left[(a - A - t\alpha) + t(x_i(2 - \beta) + x_j(2\beta - 1)) \right] t(2 - \beta) - \gamma x_i = 0 \quad (7.a)$$

$$x_i = \frac{(a - A - t\alpha)t(2 - \beta) + t^2(2\beta - 1)(2 - \beta)x_j}{4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)^2} \quad (7.b)$$

Analogt fås for virksomhed j;

$$x_j = \frac{(a - A - t\alpha)t(2 - \beta) + t^2(2\beta - 1)(2 - \beta)x_i}{4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)^2} \quad (8)$$

Formel (7.b) og (8) er R&D indsats reaktionsfunktioner.

Det kan vises, at der findes en unik og symmetrisk løsning, for hvilken der gælder, at

$$\frac{d\pi_i^*}{dx_i} = 0, \quad \frac{d\pi_j^*}{dx_j} = 0, \quad \frac{d^2\pi_i^*}{dx_i^2} = \frac{t^2(2 - \beta)(1 + \beta)}{4,5b} - \gamma < 0 \quad \text{og}$$

$$\frac{d^2\pi_j^*}{dx_j^2} = \frac{t^2(2 - \beta)(1 + \beta)}{4,5b} - \gamma < 0 \quad (9)$$

Dette kan ses ved, at (7.b) og (8) er symmetriske, samt det at virksomhederne har ens

omkostningsfunktioner.

Sættes $x_i = x_j$ i formel (7.a) fås følgende løsning for det optimale niveau for R&D-indsatsen:

$$\begin{aligned} (a - A - t\alpha)t(2 - \beta) + t^2(2 - \beta)(1 + \beta)x^* &= 4,5b\gamma x^* \\ \Downarrow \\ x^* = x_i^* = x_j^* &= \frac{(a - A - t\alpha)t(2 - \beta)}{4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta)} \end{aligned} \quad (10)$$

Givet (10) bliver optimalt output for industrien, da ved indsættelse af (10) i (i) (se appendiks)

$$Q^* = q_i^* + q_j^* = \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} + \frac{2t(1 + \beta)}{3b}x^* \quad (11)$$

$$= \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma}{4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta)} \right] \quad (12)$$

4. Tilfældet med Kooperation om R&D men non-kooperation om output (Tilfælde B)

Kooperation opfattes her, som at R&D udføres af begge virksomheder, men begge virksomheder samarbejder om at finde den optimale R&D - indsats. Det antages ligeledes at begge virksomheder selv afholder omkostningerne herved. Det antages at der ikke findes skalaøkonomi på R&D - indsatssiden, dvs. ved at lade kun den ene af virksomhederne foretage R&D og derefter lade begge virksomheder deles om R&D-omkostningerne.

I dette tilfælde vil virksomhederne maksimere deres fælles profit som funktion af R&D-indsats.

$$\begin{aligned} \pi &= \pi_1^* + \pi_2^* \\ \Downarrow \\ \pi &= \frac{1}{9b} \sum_{i=1}^2 \left[\left[(a - A - t\alpha) + (2 - \beta)tx_i + (2\beta - 1)x_jt \right]^2 - \gamma \frac{x_i^2}{2} \right] \end{aligned} \quad (13)$$

Idet løsningen for R&D - indsats bliver symmetrisk så $x_i = x_j = \hat{x}$, kan (13) skrives som

$$\pi = \frac{1}{9b} \left[(a - A - t\alpha) + t(1 + \beta)\hat{x} \right]^2 - \gamma \frac{\hat{x}^2}{2}$$

Maksimeringsproblemet bliver da

Maks. π mht. \hat{x}

FOC:

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{d\hat{x}} &= \frac{2}{9b} [(a - A - t\alpha) + t(1 + \beta)\hat{x}]t(1 + \beta) - \gamma\hat{x} = 0 \\ \Updownarrow \\ \hat{x} &= \frac{(a - A - t\alpha)t(1 + \beta)}{4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2} \end{aligned} \quad (14)$$

SOC:

For maximum,

$$\frac{d^2\pi}{d\hat{x}^2} = \frac{t^2(1 + \beta)^2}{4,5b} - \gamma < 0 \quad (15)$$

Bestemmelse af optimal output forudsat tilfælde B:

Indsættes (14) i (i) (se appendiks) følger da, at

$$\hat{Q} = \hat{q}_i + \hat{q}_j = \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} + \frac{2t(1 + \beta)}{3b}\hat{x} \quad (16)$$

$$= \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma}{4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2} \right] \quad (17)$$

5. Betingelser for miljøafgiftens størrelse

Tilfælde A:

Af (9) og (10) ses, at følgende skal være opfyldt for at $x^* \geq 0$ og $Q^* \geq 0$

$$t \leq \frac{a - A}{\alpha} \text{ og } t < \sqrt{\frac{4,5b}{(2 - \beta)(1 + \beta)}}$$

Tilfælde B:

Af (14) og (15) ses, at følgende skal være opfyldt for at $\hat{x} \geq 0$ og $\hat{Q} \geq 0$

$$t \leq \frac{a - A}{\alpha} \text{ og } t < \sqrt{\frac{4,5b}{(1 + \beta)^2}}$$

6. Vurdering af R&D-indsats og output

Sammenlignes (10) med (14) og igen (12) med (17) ses følgende, at

For $\beta > 0,5$:

$$x^* < \hat{x} \text{ og } Q^* < \hat{Q} \quad (18)$$

For $\beta < 0,5$:

$$x^* > \hat{x} \text{ og } Q^* > \hat{Q} \quad (19)$$

For $\beta = 0,5$:

$$x^* = \hat{x} \text{ og } Q^* = \hat{Q} \quad (20)$$

7. Emission for industrien og spillovereffekter

Tilfælde A:

Emissionen for industrien kan skrives som;

$$E^* = (2\alpha - (1 + \beta)x^*)Q^* \quad (21)$$

Indsættes de fundne værdier for R&D-indsats og output, kan (21) skrives som;

$$E^* = k \left[\frac{2\alpha}{(4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta))^2} - t(a - A - t\alpha) \frac{(2 - \beta)(1 + \beta)}{(4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta))^2} \right] \quad (22)$$

hvor $k = 3(a - A - t\alpha)\gamma$ og da $(1 + \beta)x^* \geq 0$ følger, at

$$\alpha(4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta)) \geq t(a - A - t\alpha)(2 - \beta)(1 + \beta)$$

Den første ordens afledede af (22) mht. spillovereffekten er

$$\frac{dE^*}{d\beta} = k \frac{(1-2\beta)[(4,5b\gamma - t^2(1+\beta)(2-\beta))\alpha^2 - t(a-A-t\alpha)t^2(1+\beta)(2-\beta) - t(a-A-t\alpha)4,5b\gamma]}{(4,5b\gamma - t^2(1+\beta)(2-\beta))^3} \quad (23)$$

Fortegnet for (23) afhænger af forskellen mellem;

$$0 \leq (4,5b\gamma - t^2(1+\beta)(2-\beta))\alpha^2 - t(a-A-t\alpha)t^2(1+\beta)(2-\beta),$$

$$0 \leq t(a-A-t\alpha)4,5b\gamma \text{ og af forskellen } (1-2\beta)$$

Intuitivt bør gælde;

$$\frac{dE^*}{d\beta} > 0 \text{ for } \beta > 0,5 \text{ (store spillovereffekter)}$$

$$\frac{dE^*}{d\beta} = 0 \text{ for } \beta = 0,5$$

$$\frac{dE^*}{d\beta} < 0 \text{ for } \beta < 0,5 \text{ (små spillovereffekter)}$$

Tolkning af resultatet

Antag at en af virksomhederne finder på en innovation og at spillovereffekterne ikke er særligt stærke, i dette tilfælde kan innovationen bruges som konkurrenceinstrument, da dele af innovationen ikke spredes til konkurrenten. Med andre ord virksomheden har vundet en omkostningsfordel ved at opfinde innovationen og idet at innovationen ikke spredes så let til konkurrenten. Virksomhedens enhedsomkostningerne ved emission er lavere end for konkurrenten alt andet lige. Hvis derimod spillovereffekterne er store, vil omkostningerne ved R&D være for store, set i forhold til den konkurrenceforbedring virksomheden kan opnå, om nogen overhovedet, da konkurrenten kan duplikere ens innovation omkostningsfrit.

Tilfælde B:

Emissionen for industrien kan skrives, som

$$\hat{E} = (2\alpha - (1 + \beta)\hat{x})\hat{Q} \quad (24)$$

Indsættes de fundne værdier for R&D-indsats og output kan (24) skrives, som

$$\hat{E} = k \left[\frac{2\alpha}{4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2} - t(a - A - t\alpha) \frac{(1 + \beta)^2}{(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2)^2} \right] \quad (25)$$

; hvor

$$k = 3(a - A - t\alpha)\gamma \geq 0 \text{ og } (1 + \beta)\hat{x} \geq 0 \text{ følger, at}$$

$$\alpha(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2) \geq t(a - A - t\alpha)(1 + \beta)^2 \geq 0$$

Første ordens afledede mht. spillovereffekten:

$$\frac{d\hat{E}}{d\beta} = k \frac{(2 + 2\beta) \left[(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2)\alpha t^2 - t(a - A - t\alpha)t^2(1 + \beta)^2 - t(a - A - t\alpha)4,5b\gamma \right]}{(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2)^3} \quad (26)$$

Fortegnet for formel (26) afhænger af forskellen mellem;

$$(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2)\alpha t^2 - t(a - A - t\alpha)t^2(1 + \beta)^2 \geq 0 \text{ (fra (25)) og}$$

$$t(a - A - t\alpha)4,5b\gamma \geq 0 \text{ (kommer af betingelsene for miljøafgift)}$$

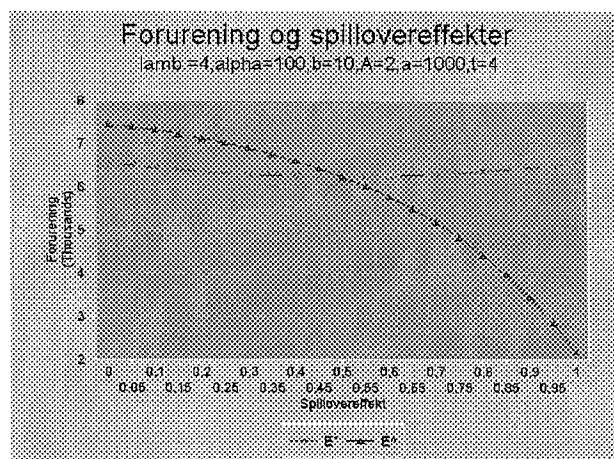
Intuitivt bør gælde, at

$$\frac{d\hat{E}}{d\beta} < 0$$

Fortegnene for (23) og (26) er umiddelbart svære at gennemskue. En fortegnundersøgelse af R&D og output mht. spillovereffekt giver heller ikke mulighed for et entydigt resultat, som det kan ses af formel (18) - (20) (eller (iv) - (vii) i appendiks) De næste kapitler vil argumentere for, at de intuitive løsninger synes at være de mest relevante.

8. Emissionsmønstre

Nedenstående figur viser et eksempel på en simulation for givne værdier af parametre og koefficienter i (22) og (25) med varierende spilloverparameter og forudsat at betingelserne for miljøafgiften, som beskrevet i kapitel 6, er overholdt. Andre simulationer med varierende parameter eller koefficienter og spillovereffekt, forudsat at t overholder betingelserne, viser det samme mønster for forureningsmængde og spillovereffekt som nedenstående figur.



Figuren viser følgende forureningsmønstre:

For $\beta > 0,5$:

$$E^* > \hat{E}$$

For $\beta = 0,5$:

$$E^* = \hat{E}$$

For $\beta < 0,5$:

$$E^* < \hat{E}$$

Af ovenstående tre resultater og figuren sammenholdt med (23) og (26) ses det, at de intuitive løsninger umiddelbart er relevante. I det næste kapitel vil de intuitive løsninger forsøgt yderligere underbygget.

9. Miljøafgifter, spillovereffekten og de to tilfælde

Ideen med dette kapitel er at se på, hvordan den miljøregulerende myndigheds valg af miljøafgiftstørrelsen, under de to tilfælde og givet myndighedens optimale valg af forureningsmængde for industrien, afhænger af spillovereffekternes størrelse. Det forudsættes at spillovereffekterne ikke afhænger af t , men at t afhænger af spillovereffekterne.

Empiriske undersøgelser har påvist, at jo lavere forureningsmængden er, des mere omkostningsfuldt er det at fjerne ekstra enhed af forurening.³ I modellens tilfælde svarer dette til, at R&D-indsatsen hos de to virksomheder reduceres ved stigende miljøafgift. Dette forudsættes at gælde for begge tilfælde. Som en følge af dette vil output afhænge af t på samme måde, dette forudsættes også at gælde for begge tilfælde. I så fald vil også industriens forureningsmængde være faldende med stigende t .

Undersøgelse af miljøskattens afhængighed af spillovereffektens størrelse:

Tilfælde A:

Totaldifferentieres (21) fås følgende;

$$dE^* = \left(2\alpha \frac{dQ^*}{dt} - 2(1+\beta) \left[\frac{dx^*}{dt} Q^* + x^* \frac{dQ^*}{dt} \right] \right) dt + \left(2\alpha \frac{dQ^*}{d\beta} - 2x^* Q^* - 2(1+\beta) \left[\frac{dx^*}{d\beta} Q^* + x^* \frac{dQ^*}{d\beta} \right] \right) d\beta$$

; hvor

$$\frac{dE^*}{dt} = \left(2\alpha \frac{dQ^*}{dt} - 2(1+\beta) \left[\frac{dx^*}{dt} Q^* + x^* \frac{dQ^*}{dt} \right] \right) < 0 \text{ og}$$

$$\frac{dE^*}{d\beta} = \left(2\alpha \frac{dQ^*}{d\beta} - 2x^* Q^* - 2(1+\beta) \left[\frac{dx^*}{d\beta} Q^* + x^* \frac{dQ^*}{d\beta} \right] \right) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0 \text{ for } \beta = 0,5 \begin{matrix} > \\ < \end{matrix}$$

Omrokers totaldifferentiationen under den antagelse, at det optimale forureningsniveau er givet og fast fås, at

For $dE^* = 0$:

$$\frac{dt}{d\beta} = - \frac{\left(2\alpha \frac{dQ^*}{d\beta} - 2x^* Q^* - 2(1+\beta) \left[\frac{dx^*}{d\beta} Q^* + x^* \frac{dQ^*}{d\beta} \right] \right)}{\left(2\alpha \frac{dQ^*}{dt} - 2(1+\beta) \left[\frac{dx^*}{dt} Q^* + x^* \frac{dQ^*}{dt} \right] \right)}$$

⇓

$$\frac{dt}{d\beta} = -\frac{\frac{dE^*}{d\beta}}{\frac{dE^*}{dt}} = 0 \quad \text{for } \beta = 0,5$$

$$\begin{array}{ccc} \frac{dE^*}{d\beta} > & & > \\ \frac{dE^*}{dt} < & & < \end{array}$$

Ovenstående resultat er konsistent med den intuitive løsning for fortegnsanalysen af formel (23).

Tilfælde B:

Benyttes samme fremgangsmåde og med samme forudsætninger som under tilfælde A fås efter omrokering af totaldifferentialet at;

$$\frac{dt}{d\beta} = -\frac{\left(2\alpha \frac{d\hat{Q}}{d\beta} - 2\hat{x}\hat{Q} - 2(1+\beta)\left[\frac{d\hat{x}}{d\beta}\hat{Q} + \hat{x}\frac{d\hat{Q}}{d\beta}\right]\right)}{\left(2\alpha \frac{d\hat{Q}}{dt} - 2(1+\beta)\left[\frac{d\hat{x}}{dt}\hat{Q} + \hat{x}\frac{d\hat{Q}}{dt}\right]\right)} < 0$$

Dette resultat er konsistent med fortegnundersøgelsen for formel (26).

10. Konklusion

Modellen illustrerer hvordan ændringer i forureningsmængden afhænger af spillovereffekternes størrelse, såvel som om virksomhederne foretager Kooperation og non - Kooperation om R&D - indsatsen.

Modellen viser at når man tager hensyn til virksomhedernes forurening, kan man ikke sige, at prækompetitivt samarbejde er fordelagtigt, som D'Aspremont og Jacquemin (1988, 1137) konkluderer, men afhænger af: eksistensen af miljøeksternaliteter og af spillovereffekternes størrelse. Dette sætter derfor spørgsmålstegn ved EU's konkurrencelovgivning, der tillader samarbejde om R&D på det prækompetitive niveau uden stillingtagen til andre hensyn end konkurrencehensyn.

Opfattes de to tilfælde som tilfælde der svarer til løsninger karakteriseret ved udprægede patentmuligheder (=tilfælde A) og løsning med begrænsede patent muligheder, men hvor prækompetitivt samarbejde er tilladt (= tilfælde B). Vil forudsætningerne for hvilken miljøløsning den miljøregulerende myndighed bør vælge og om vidtstrakte patentmuligheder overhovedet er fordelagtig fra et miljøøkonomisk synspunkt, afhænger af spillovereffekternes størrelse. Som vist i kapitel 9 "Emissionsmønstre" var de resultater, der svarer til en løsning

karakteriseret ved begrænsede patentmuligheder (hvor prækompetitivt samarbejde var tilladt) fordelagtige for miljømyndighederne såfremt spillovereffekterne var stærke og omvendt hvis spillovereffekterne var svage.

Indførsel af spillovereffekter i modellen og betydningen heraf på forureningsmængden stiller nye krav til miljølovgivernes viden om et marked, der ønskes reguleret.

Antages det at spillovereffekterne varierer meget over tid for en industri, kræves der en mere fleksibel afgiftssætning, som tager højde for variationen. Specielt i tilfælde A vil det være svært for myndigheden at bruge miljøafgiftsinstrumentet ligeså effektivt, som andre miljøinstrumenter der kan stimulere forureningsbekæmpelse hos virksomheder via deres investering i R&D. Hvis små spillovereffekter eksisterer vil Non-kooperation om både R&D og output være mest fordelagtigt, da dette medfører lavere forureningsmængde på industri niveau.

Opsummering	Spillover		
	$\beta > 0,5$	$\beta = 0,5$	$\beta < 0,5$
Miljøafgift			
Non-kooperation (*)	$\frac{dt}{d\beta} > 0$	$\frac{dt}{d\beta} = 0$	$\frac{dt}{d\beta} < 0$
Kooperation (^)	$\frac{dt}{d\beta} < 0$	$\frac{dt}{d\beta} < 0$	$\frac{dt}{d\beta} < 0$
Foureningsmængde			
Non-kooperation (*)	$\frac{dE^*}{d\beta} > 0$	$\frac{dE^*}{d\beta} = 0$	$\frac{dE^*}{d\beta} < 0$
Kooperation (^)	$\frac{d\hat{E}}{d\beta} < 0$	$\frac{d\hat{E}}{d\beta} < 0$	$\frac{d\hat{E}}{d\beta} < 0$
R&D - indsats og Output			
R&D - indsats (non-kooperation vs. kooperation)	$x^* < \hat{x}$	$x^* = \hat{x}$	$x^* > \hat{x}$
Output (nonkooperation vs. kooperation)	$Q^* < \hat{Q}$	$Q^* = \hat{Q}$	$Q^* > \hat{Q}$
Emissionsmønstre			
Non-kooperation vs. kooperation	$E^* > \hat{E}$	$E^* = \hat{E}$	$E^* < \hat{E}$

Appendiks

Udledning af formel 22:

$$Q = q_i + q_j = \frac{(a - A - t\alpha) + t(x_i(2 - \beta) + x_j(2\beta - 1))}{3b} + \frac{(a - A - t\alpha) + t(x_j(2 - \beta) + x_i(2\beta - 1))}{3b} \quad (\text{i})$$

$$= \frac{1}{3b} [2(a - A - t\alpha) + t(x_i(1 + \beta) + x_j(1 + \beta))] \quad (\text{ii})$$

$$E^* = (2\alpha - 2(1 + \beta)x^*)Q^* \quad (21)$$

$$2Q^*(1 + \beta)x^* = \frac{18b\gamma t(a - A - t\alpha)^2}{3b} \left[\frac{(1 + \beta)(2 - \beta)}{(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)(2 - \beta))^2} \right] \quad (\text{iii})$$

Indsættes (ii) og (iii) i (21) fås formel (22).

Afledte af R&D og output mht. spillover i de to tilfælde:

Tilfælde A:

$$\frac{dx^*}{d\beta} = \frac{t(a - A - t\alpha)[(2 - \beta)t^2(1 - 2\beta) - 4,5b\gamma + t^2(1 + \beta)(2 - \beta)]}{(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)(2 - \beta))^2} \quad (\text{iv})$$

$$\begin{array}{c} > \\ \text{Det antages i modellen at for } \beta = 0,5 \Rightarrow \frac{dx^*}{d\beta} = 0 \\ < \end{array}$$

Som det ses er antagelsen ikke urealistisk, men afhængig af hvor stor t er, kan ændringen i R&D med hensyn til spillovereffekt også være negativ for alle værdier af β mellem nul og en.

$$\frac{dQ^*}{d\beta} = \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma t^2(1 - 2\beta)}{(4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta))^2} \right] \quad (\text{v})$$

$$\begin{array}{c} > \\ \text{Det ses at for } \beta = 0,5 \Rightarrow \frac{dQ^*}{d\beta} = 0 \\ < \end{array}$$

Tilfælde B:

$$\frac{d\hat{x}}{d\beta} = \frac{t(a - A - t\alpha) \left[t^2(2 + 2\beta)(1 + \beta) + 4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2 \right]}{\left(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2 \right)^2} > 0 \quad (\text{vi})$$

$$\frac{d\hat{Q}}{d\beta} = \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma^2(2 + 2\beta)}{\left(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2 \right)^2} \right] > 0 \quad (\text{vii})$$

Afledte mht. t:

Tilfælde A;

$$\frac{dx^*}{dt} = \frac{(2 - \beta) \left[(a - A - t\alpha)(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)(2 - \beta)) + 2t^2(1 + \beta)^2(a - A - t\alpha) \right]}{\left(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)(2 - \beta) \right)^2} \quad (\text{viii})$$

$$\frac{dQ^*}{dt} = -\frac{2\alpha}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma}{4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta)} \right] + \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} \left[\frac{2t(2 - \beta)(1 + \beta)4,5b\gamma}{\left(4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta) \right)^2} \right] \quad (\text{ix})$$

Tilfælde B;

$$\frac{d\hat{x}}{dt} = \frac{(1 + \beta) \left[(a - A - 2t\alpha)(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2) + 2t^2(1 + \beta)^2(a - A - t\alpha) \right]}{\left(4,5b\gamma - t^2(2 - \beta)(1 + \beta) \right)} \quad (\text{x})$$

$$\frac{d\hat{Q}}{dt} = -\frac{2\alpha}{3b} \left[\frac{4,5b\gamma}{4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2} \right] + \frac{2(a - A - t\alpha)}{3b} \left[\frac{2t(1 + \beta)^2 4,5b\gamma}{\left(4,5b\gamma - t^2(1 + \beta)^2 \right)^2} \right] \quad (\text{xi})$$

Litteraturliste

Arrow, K.J. (1962): "Economic welfare and the allocation of resources for invention". I "The rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors". R. Nelson (ed.). Princeton University Press.

Carraro, C. Og D. Siniscalco (1994): "Technical Innovation and Environmental Protection; Environmental policy reconsidered: The role of technological innovation". European Economic Review, vol.38, pp.545-554.

Dasgupta, P. Og J. Stiglitz (1980): "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity". The Economic Journal, vol. 90, pp. 266-293.

D'aspremont, C. og A. Jacquemin (1988): "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers ". The American Economic Review, Vol.78, no.5, pp. 1133-1137.

"EU-Det samlede traktatgrundlag". Udgivet af P., Biering og K. A. Holm. Jurist- og Økonomforbundets forlag, 4. Udgave, 1996.

Hansen, J.D. og J. Ulf-Møller Nielsen (1996): "An Economic Analysis of the EU". Odense universitets trykkeri.

Jung, C. K. Krutilla og R. Boyd (1996): "Incentives for Advanced Pollution Abatement Technology at the Industry Level: An Evaluation of Policy Alternatives". Journal of Environmental Economics and Management, vol.30, pp. 95-111.

"Markedsføringsloven". Lov 1994-06-01 nr. 428. Karnovs Lovsamling.

Milliman, S. R. Og R. Prince (1989): "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control ". Journal of Environmental Economics and Management, vol.17, pp.247-265.

Schumpeter, J. (1947): "Capitalism, Socialism and Democracy" (2nd edn.). London: Allen and Unwin.

Pearce, D.W. og R.K. Turner (1990): "Economics of Natural Resources and the Environment ". Harvester Wheatsheaf.

Ulph, D. (1994): "Strategic Innovation and Strategic Environmental Policy ". Fra Carraro, C. (ed.): " Trade, innovation, Environment ". Pp. 205-228, 1994.

School of Business and Economics: European Studies Discussion Paper (ISSN 0908-5572)

Appeared earlier in this series:

- | | |
|---------|--|
| 1/1993 | Jørgen Drud Hansen: Trade Creation and Trade Diversion under Oligopoly. |
| 2/1994 | Jørgen Drud Hansen: Handel og effektivitetsudvikling i en Ricardiansk model med et ekstremt stort antal varer. |
| 3/1994 | Jørgen Drud Hansen: Factor Movements in EU and US in a Neoclassical Framework. |
| 4/1994 | Jan Guldager Jørgensen: Perspektiver for den finanspolitiske koordination i den europæiske union. |
| 5/1994 | Per Andersen and Hans Heinrich: The Iron Law of Hollywood Dominance. |
| 6/1994 | Susanne Storm: Information and Labelling Requirements within the European Community: Denmark. |
| 7/1994 | Susanne Storm: The New Scandinavian Package Travel Legislation. |
| 8/1994 | Tim Jeppesen: Det juridiske grundlag for at føre miljøpolitik i Det Europæiske Fællesskab. |
| 9/1994 | Jan Guldager Jørgensen: De juridiske aspekter af artikel 86 i Traktaten om oprettelse af Det Europæiske Fællesskab - belyst ved domme og beslutninger. |
| 10/1995 | Jørgen Drud Hansen: The Paradox of the Increasing Market Size and the Decreasing Firm Size. |
| 11/1995 | Tim Jeppesen: Subsidiarity: A Janus Head? |
| 12/1995 | Jie Zhang and Gustav Kristensen: The Danish-Chinese Trade in an EU Context. |
| 13/1995 | Per Andersen: The Economics of Metering Systems with More than One User. |
| 14/1995 | Tim Jeppesen and Per Andersen: Environmental Policy as Games - a Story of the Problems and Some of the Solutions. |
| 15/1995 | Jan Guldager Jørgensen: Multinationale virksomheder og integrationsprocessen i EU. |
| 16/1995 | Jan Guldager Jørgensen, Per Andersen and Jørgen Drud Hansen: Strategy and learning from multinational firms. |

17/1995	Susanne Storm: Protecting the health of the consumer - a task for the European Community.
18/1996	Jie Zhang and Gustav Kristensen: The potential loss of trade due to socialism.
19/1996	Susanne Storm and Birgitte Bjørn: Recent developments in Danish consumer protection law.
20/1996	Jan Timmermann Pedersen: Recent policies in the EU from a legal point of view.
21/1996	Morten Skak: Wage dispersion, unemployment and solidarity in a two sector model with labour unions and efficiency wages.
22/1996	Per Andersen og Jan Guldager Jørgensen: Oligopolistisk konkurrence, markedsnærhed og økonomisk integration.
23/1997	Tim Jeppesen: Centralized or Decentralized European Environmental Policy?
24/1997	Jan Timmermann Pedersen: Proportionalitetsprincippet og brugen af dette i EF-retlig sammenhæng.
25/1997	Camilla Jensen og Anna Lise Kianzad: EF's eksterne kompetence - på områderne konkurrenceret og internationale handelsaftaler.
26/1997	Tim Jeppesen: Does Strict Environmental Policy Lead to Industrial Relocation?
27/1997	Tim Jeppesen: Strategic Environmental Policy and Imperfect Competition: A Survey of the Literature.
28/1997	Jørgen Drud Hansen: Monetary Integration in Europe.
29/1998	Lene Nielsen: Establishing a Regional System of Joint Implementation in Europe.
30/1998	Tim Jeppesen: The Amsterdam Treaty - A Clarified and Expanded Framework for Environmental Policy in Europe.
31/1998	Tim Jeppesen: Coordination of Local Pollution Control in a Federal System.
32/1998	Susanne Storm and Hanne Hvelplund: The Danish Travel Guarantee Fund Act.
33/1999	Philipp J.H. Schröder: On Privatisation and Restructuring.
34/1999	Tim Jeppesen and Henk Folmer: Environmental Policy and Location Behaviour of Firms: A Synopsis of the Micro and Regional Economics

Literature.

- 35/1999 Jørgen Drud Hansen and Jan Guldager Jørgensen: How to Play Safe in Fiscal Policy under the Stability Pact.
- 36/1999 Jørgen Drud Hansen and Jan Guldager Jørgensen: The Internal Market and Industrial Restructuring in the European Union.
- 37/2000 Susanne Storm: Den Europæiske Union og ØMU'en - Maastricht- og Amsterdam-traktaterne.